

# Best Available Copy

DERWENT-  
ACC-NO: 1999-368344

DERWENT-  
WEEK: 199931

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Transverse-oscillation damper for revolving shaft  
in pumps - has rod-shaped vibration absorber  
which holds inner portion of hollow shaft by  
binder

PATENT-ASSIGNEE: EBARA CORP[EBAR]

PRIORITY-DATA: 1997JP-0327042 (November 12, 1997)

PATENT-FAMILY: ☐

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 11141616 A	May 25, 1999	N/A	005	F16F 015/10

APPLICATION-DATA: ☐

PUB-NO	APPL- DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 11141616A	N/A	1997JP- 0327042	November 12, 1997

INT-CL (IPC): F16F015/10

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 11141616A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The oscillation damper includes a rod-shaped vibration absorber (12) which holds inner portion of a hollow shaft (11) by a binder (16).

SK - For revolving shaft in air blower, turbine, motor, refrigerator.

ADVANTAGE - Reduces burden on spring by reducing shaft weight. DESCRIPTION OF DRAWING - The fig. 1 shows explanatory conceptual diagram of transverse-oscillation damper. (11) Shaft; (12) Vibration absorber; (16) Binder.

CHOSEN-DRAWING:	Dwg.1/5
TITLE-TERMS:	TRANSVERSE OSCILLATING <u>DAMP REVOLVING SHAFT PUMP</u> <u>ROD</u> SHAPE VIBRATION ABSORB HOLD INNER PORTION HOLLOW SHAFT BIND

DERWENT-CLASS: Q63

SECONDARY-ACC-NO:  
Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1999-275666

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-141616

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月25日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

F 1 6 F 15/10

識別記号

F I

F 1 6 F 15/10

B

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-327042

(22) 出願日 平成9年(1997)11月12日

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72) 発明者 郭 士傑

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社荏原総合研究所内

(72) 発明者 安藤 嘉彦

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社荏原総合研究所内

(72) 発明者 神野 秀基

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内

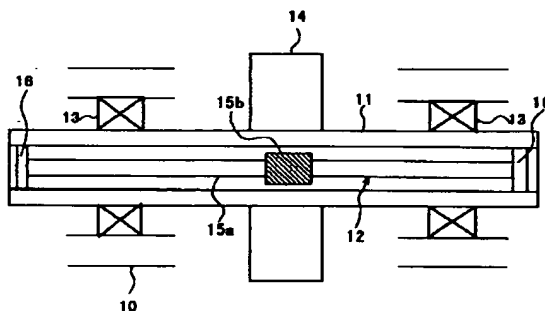
(74) 代理人 弁理士 渡邊 勇 (外2名)

(54) 【発明の名称】 回転軸横振動制御装置

(57) 【要約】

【課題】 比較的簡単な構造で製作し易く、且つ回転軸の横振動を簡単に低減できる回転軸の振動防止装置を提供する。

【解決手段】 中空の回転軸11内に配置され、回転軸11の中空部分に結合点16を介して振動可能に保持された振動体12からなることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 中空の回転軸内に配置され、該回転軸の中空部分に結合点を介して自由振動可能に保持された振動体からなることを特徴とする回転軸横振動制振装置。

【請求項2】 前記振動体は、棒状振動体であることを特徴とする請求項1記載の回転軸横振動制振装置。

【請求項3】 前記振動体は、棒状振動体に集中質量を付加したものであることを特徴とする請求項1記載の回転軸横振動制振装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転軸の振動吸収装置に係り、特にポンプ、送風機、タービン、冷凍機、モータ等の回転機械の回転軸の横振動を低減することができる、回転軸横振動制振装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】上述した回転機械等においては、回転軸の高速回転に伴う横振動という問題が多かれ少なかれ必然的に伴う。回転軸の横振動の低減技術として、これまでに以下に述べる方法が使われている。まず、危険速度を避けて運転する。回転軸系にはそれぞれ固有の共振速度があるが、それ以下または以上の速度で運転することで、共振に伴う横振動の問題を回避することができる。

【0003】又、回転軸に不釣り合いがあると回転軸の横振動の原因となる。このため製作に際して、回転軸の不釣り合いを極力少なくするような工夫が必要である。又、回転軸の横振動が軸の撓みによって生じる場合には、この軸の剛性を大きくすることにより横振動を少なくすることができる。又、回転軸を支持する軸受を減衰材料を介してケーシングに固定することにより、減衰を大きくして回転軸の横振動を吸収することもできる。更に、磁気軸受等においては、フィードバック系等の制御装置により、不安定振動や自励振動を回避するなどの方策がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、流体不釣り合いや、羽根とケーシングの干渉による加振力等に起因する、回転速度 $N$ の整数倍成分や更に羽根車の羽根枚数 $Z$ を乗じた $ZN$ の整数倍成分の振動に対しては、上述した方法による振動の抑制は困難な場合が多い。また、回転軸そのものの剛性や、軸受とケーシングの支持剛性を大きくすることは一つの手段であるが、機械の軽量化や小型化に反し、著しく機械の設計を制約することになる。

【0005】本発明は上述した事情に鑑みて為されたもので、比較的簡単な構造で製作し易く、且つ回転軸の横振動を簡単に低減できる回転軸の横振動防止装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の回転軸横振動制振装置は、中空の回転軸内に配置され、該回転軸の中空部分に結合点を介して自由振動可能に保持された振動体からなることを特徴とする。

【0007】また、前記振動体は、棒状振動体であることを特徴とする。

【0008】また、前記振動体は、棒状振動体に集中質量を付加したものであることを特徴とする。

【0009】上述した本発明の回転軸横振動制振装置によれば、回転軸の中空部分に結合点を介して自由振動可能に配置された振動体により、回転軸そのものの振動を当該回転軸中空内部に配置された振動体に吸収させることができる。即ち、回転軸が振動すると、その回転軸の結合点を介して回転軸の中空部分に配置された振動体が振動する。この中空軸内部に配置された振動体の剛性或いは質量等を調整することで、回転軸の振動を振動体の振動に移行することができ、これにより回転軸そのものの振動を低減することができる。このような振動の吸収は、中空回転軸内部に配置する振動体の長さ、太さ、剛性、結合点の位置及び集中質量の大きさ、配置を調整することで、可能である。すなわち、抑制したい周波数帯の振動を最小になるように調整することである。

## 【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0011】図1は、本発明の概念を示す図であり、その一例として回転軸11はその中央部に羽根車14を備え、軸受13により羽根車14の両側において支持されている。回転軸11はその内部が中空であり、結合体16を介して振動体12が支持されている。振動体12は、棒状の金属体15aと、その中央部に集中質量15bとが付加されて構成されている。尚、この集中質量の付加を行わず、単独の棒状体12aのみとしてもよい。

【0012】振動体12は、回転軸11の振動を吸収する振動吸収器となるように、棒状体15aの寸法、剛性、結合点の位置等を設計する。そして等価的な質量を調整するため、集中質量15bを付加する。等価的な質量は、集中質量15bの大きさ、数量、配置位置等により調整される。これにより中空の回転軸11の振動モードに応じて、その振動を軸内部の振動体12に移行させることができる。

【0013】回転軸11の振動を低減することにより、回転軸11を支持する軸受13と、これを固定する回転機械のケーシング10に作用する動的な力も小さくなり、これらの負担を軽減できる。尚、棒状振動体12の剛性は、その太さと、回転軸との結合位置、結合点の数を変更することにより調整することが可能である。また、振動体の質量を、集中質量を一個から複数個まで付け替えることにより変えることが可能であり、更に複数個の質量をつけることにより棒状振動体12の振動モー

ドの形を変えることも可能である。

【0014】次に中空の回転軸内に配置された振動体による振動吸収の原理について図2乃至図5を参照して説明する。図1に示す両端で軸受により支持され、中間に羽根車を有する単純な系について軸受をバネとダンパでモデル化すると図2に示すようになる。中空回転軸の内部に振動体を配置しない場合には、回転軸の触れ回りの\*

$$M\ddot{X} + C\dot{X} + KX = F$$

(1)

$$X_0(\omega) = \frac{F_0(\omega)}{-\omega^2 M + j\omega C + K}$$

(2)

【0016】但し、

M 羽根車の質量+1自由度系に置き換えたときの回転軸の等価質量

K 1自由度系に置き換えられたときの回転軸の等価剛性

C 1自由度系に置き換えられたときの回転軸の等価減衰

X 羽根車の変位

X<sub>0</sub> 羽根車の振幅

F 羽根車に作用する加振力

F<sub>0</sub> 加振力の振幅

m 1自由度系に置き換えたときの振動体の等価質量

k 1自由度系に置き換えたときの振動体の剛性

c 1自由度系に置き換えたときの振動体の減衰

x 1自由度系に置き換えたときの振動体の変位

ω 角振動数

j 虚数単位

※N 軸回転数

Z 羽根車またはガイドベーンの羽根枚数

【0017】加振力Fが大きくなると、振動も大きくなる。ここで運転中に羽根車の流体力(ZN)に作用する羽根車中心の周波数応答は、一例として図3に示すようになるとする。

20 【0018】次に図4に示すように、中空の回転軸11内に中央部に集中質量を有する棒状振動体12を装着し、振動吸収器を作ると振動系は2自由度系となる。ここで回転座標系で、軸触れ回りの一方方向の振動に着目すると、運動方程式は式(3)のようになる。そして、羽根車中心の振幅は式(4)と式(5)により与えられる。尚、ここで問題を単純にするために、振動吸収器となる回転体と回転軸は同相に触れ回っていると仮定している。

【0019】

【数2】

※30

$$\left. \begin{aligned} M\ddot{X} + C\dot{X} + c(\dot{X} - \dot{x}) + KX + k(X - x) &= F \\ m\ddot{x} + c(\dot{x} - \dot{X}) + k(x - X) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$X_0(\omega) = \frac{F_0(\omega)}{H(\omega)} \quad (4)$$

$$H(\omega) = -\omega^2 M + j\omega C + j\omega c + K + k - \frac{(k + j\omega c)^2}{-\omega^2 m + j\omega c + k} \quad (5)$$

【0020】ターボ機械の回転速度(N)及び羽根車の羽根枚数(Z)に起因する周波数成分であるZN近傍の振動が小さくなるように振動吸収器を設計する。具体的には棒状振動体のモード質量m、剛性k及び減衰cを適切に選択するように、棒状体の寸法、結合点位置、及び集中質量の大きさ、数、取付位置等を調整することで、羽根車中心の振幅を図5に示すように小さくすることができる。

【0021】ここで問題を単純にするために振動吸収器★50

★となる振動体と回転軸は同相に触れ回っていると仮定したが、実際の回転機械においてはジャイロ効果等の影響で同相に触れ回らないと考えられる。従って振動吸収器の設計も触れ回りの位相差を考慮する必要がある。さらに、自励振動が発生しないように設計しなければならない。

【0022】尚、上記実施の形態においては振動を吸収する振動体として棒状振動体に集中質量を付加した例について説明したが、単なる棒状のものでも勿論よく、ま

た集中質量の大きさと数及び位置は任意に定めることができる。即ち、振動を抑制したい周波数帯と振動変位の分布等に応じて定めればよい。また、振動体と回転軸の結合位置と結合点の数も、上述した実施形態のように限定されるものではなく、振動を抑制したい振動の周波数帯と振動変位の分布等によって最適な位置を決めるようにすればよい。

【0023】また、図1に示す例は回転軸の両側を軸受で支持したものであるが、例えばオーバハング支持等の他の支持方法でもよく、また軸受が2個以上ある場合にも、勿論適用可能である。このように本発明の趣旨を逸脱することなく、種々の変形実施例が可能である。

【0024】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の回転軸横振動制御装置は、中空の回転軸内に結合点を介して振動体を保持したものである。これにより回転軸の振動に伴い、その内部に配設された振動体が振動し回転軸の振動を吸収することができる。従って軸受の負担を軽減し、回転軸を危険速度を超えて高速回転させることが可能となり、全体として回転機械を小型コンパクト化する

10

20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態の回転軸横振動制御装置の概念を示す説明図。

【図2】図1をモデル化し、振動体を配設しない場合の説明図。

【図3】図2に示すモデルにおける振動のスペクトルを示すグラフ。

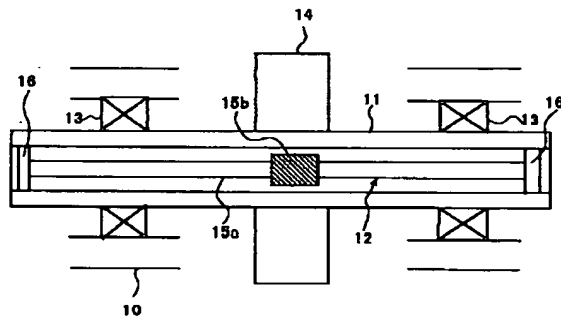
【図4】図1をモデル化し、振動体を配設した場合の説明図。

【図5】図4に示すモデルにおける振動のスペクトルを示すグラフ。

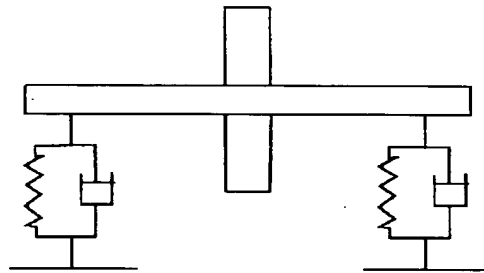
【符号の説明】

- 10 ケーシング
- 11 中空の回転軸
- 12 振動体
- 13 軸受
- 14 羽根車
- 15 a 棒状体
- 15 b 集中質量
- 16 結合体

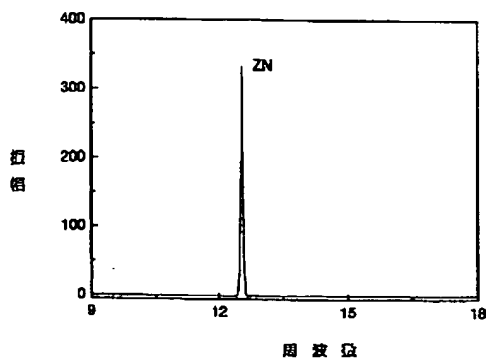
【図1】



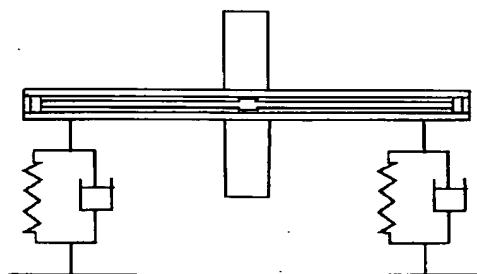
【図2】



【図3】



【図4】



(5)

特開平11-141616

【図5】

